

02P 13053

52

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

①2 Patentschrift
①1 DE 32 14 233 C 2

⑤1 Int. Cl. 4:
H01 L 25/10

②1 Aktenzeichen: P 32 14 233.1-33
②2 Anmeldetag: 17. 4. 82
④3 Offenlegungstag: 20. 10. 83
④5 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 11. 5. 89

DE 32 14 233 C 2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦3 Patentinhaber:
Asea Brown Boveri AG, 6800 Mannheim, DE

⑦2 Erfinder:
Fichte, Karlheinz, 6806 Viernheim, DE; Schuler, Rolf,
6521 Eich, DE; Stein, Gerhard, 6845 Groß-Röhrheim,
DE

⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

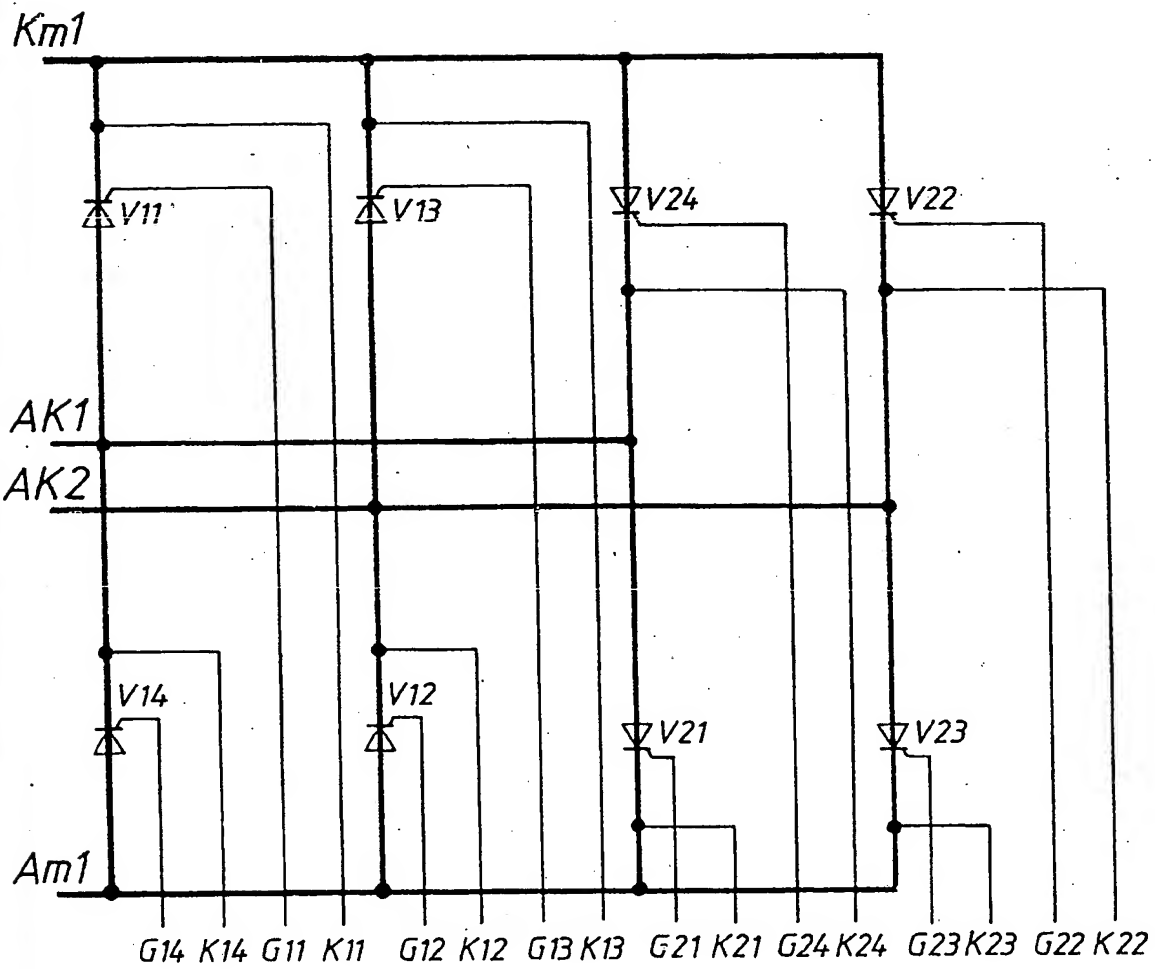
DE-AS 26 11 260
DE-OS 28 29 300
DE-OS 26 25 456
DE-OS 22 45 780
DE-GM 71 27 440

»Elektor«, April 1980, S. 4-46 bis 4-52;
»BBC-Nachrichten«, 1980, H. 5, S. 173-179;

Zeigt
Stromrichter

⑤4 Stromrichtergerät

DE 32 14 233 C 2



Figur 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Stromrichtergerät gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Ein Stromrichtergerät kann beispielsweise als Doppelstromrichter zur Drehzahlregelung von Gleichstrommaschinen im Vierquadranten-Betrieb (z. B. bei Werkzeugmaschinenantrieben) ausgeführt sein.

Ein derartiges Stromrichtergerät ist aus der DE-OS 28 29 300 bekannt. Bei diesem Stromrichtergerät sind Stromschienen zur elektrischen Verbindung der Stromrichterventile der Halbleiter-Module vorgesehen. Die Module sind auf einer Seite eines gemeinsamen Kühlkörpers in einer Ebene montiert. Die Längsseiten der Module liegen achsparallel zueinander. Bezüglich der Anschlußreihenfolge ihrer Hauptanschlüsse sind die Module abwechselnd um 180° gedreht montiert. Die Verbindung der Module zu einer funktionstüchtigen Stromrichtereinheit kann somit mit sehr wenigen geraden Metallschienen ausgeführt werden, die raumsparend nahezu in einer Ebene angeordnet sind.

Ein Nachteil des bekannten Stromrichtergerätes ist der Einsatz eines relativ großen Kühlkörpers. Desweiteren können Montagefehler infolge des notwendigen abwechselnd verdrehten Einbaus der Module auftreten.

Aus der DE-AS 26 11 260 ist eine Stromrichterbaueinheit mit einem mehreren Halbleiterventilen gemeinsamen Kühlkörper bekannt. Die Halbleiterventile sind dabei mit starren, langgestreckten Leiterelementen verbunden, die als Träger von elektrischen Funktionselementen, wie Trägerstau-effekt-Beschaltung, Stromwandler, Impulsübertrager, Stromistwerterfassungsschaltung und Stromschienen dienen. Dabei können einzelne Funktionselemente auch auf einer Leiterplatte untergebracht sein, die von den Leiterelementen durchstoßen wird, wobei elektrische Kontakte zwischen Leiterplatte und Leiterelementen an den Durchstoßstellen vorhanden sind. Die Leiterplatte wird jedoch nicht zur elektrischen Verbindung der einzelnen Stromrichterventile untereinander und zur Bildung der Hauptanschlüsse herangezogen.

Aus "Elektronik", April 1980, Seite 4—46 bis 4—52 ist eine Transistorzündung bekannt. Darin sind einzelne Leistungstransistoren vorgesehen, wobei deren Hauptstrom-Anschlüsse untereinander und die Außenanschlüsse des Gerätes durch verhältnismäßig breite, auf einer Leiterplatte ausgebildete Leiterbahnen verbunden sind. Die Leistungstransistoren sind in diese Leiterplatte direkt eingelötet.

In "BBC-Nachrichten", 1980, Heft 5, Seite 173 bis 179 wird die Technik und Anwendung einphasiger Umkehrstromrichter und damit ein einphasiger Doppelstromrichter beschrieben.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, das bekannte Stromrichtergerät der eingangs genannten Art derart zu verbessern, daß die Verdrahtung leichter herstellbar ist und Verdrahtungsfehler ausgeschlossen werden.

Diese Aufgabe wird durch die im Anspruch 1 gekennzeichneten Merkmale gelöst.

Die mit der Erfindung erzielbaren Vorteile bestehen insbesondere darin, daß der Montagezeitaufwand sehr gering ist, weil sich die Montage auf die Verschraubung zwischen Leiterplatte und Modulen bzw. zwischen Modulen und Gehäuse beschränkt. Zusätzliche Leitungen sind nicht zu verlegen. Das Gehäuse ist potentialfrei, muß also nicht zusätzlich isoliert werden. Es ist eine optimale Ausnutzung des gleichzeitig als Gehäuse die-

nenden Kühlkörpers möglich. Durch geschickte Beschichtung der Leiterplatte mit geeigneten Strompfaden wird ermöglicht, daß stets nur ein Stromrichterventil eines Moduls leitend ist und damit Verlustleistung erzeugt, wodurch das Modul thermisch geschont wird. Durch geeignete Wahl und Ausführung der erforderlichen Elektronikfunktionen, Stromistwerterfassung, Elektronik-Netzgerät und Zündstufen für die Stromrichterventile können zusätzlich zu den Modulen weitere Bauteile des Stromrichtergerätes auf derselben Leiterplatte untergebracht werden.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind im folgenden anhand der Zeichnungen erläutert, wobei als Stromrichtergerät ein einphasiger Doppelstromrichter verwendet wird.

Es zeigt

Fig. 1 das elektrische Schaltbild eines einphasigen Doppelstromrichters,

Fig. 2 den Aufbau des Doppelstromrichters auf einer Leiterplatte unter Verwendung von Stromrichtermodulen,

Fig. 3 die mit Leiterbahnen geschichtete Leiterplatte,

Fig. 4 einen Metalleinsatz zur Kontaktierung der Anschlüsse auf der Leiterplatte,

Fig. 5 den Aufbau des Stromrichtergerätes,

Fig. 6, 7, 8 drei weitere verschiedene Varianten für den Aufbau des Doppelstromrichters auf der Leiterplatte.

In Fig. 1 ist das allgemein bekannte elektrische Schaltbild eines einphasigen Doppelstromrichters dargestellt. Die Stromrichterbrücken I bzw. II bestehen dabei jeweils aus vier Stromrichterventilen (Thyristoren) V11, V12, V13, V14 bzw. V21, V22, V23, V24. Die Steueranschlüsse bzw. Hilfskathodenanschlüsse der Stromrichterventile sind mit G11, G12, G13, G14, G21, G22, G23, G24 bzw. K11, K12, K13, K14, K21, K22, K23, K24 bezeichnet. Der erste Wechselspannungsanschluß AK 1 ist mit den Anoden der Ventile V11 und V21 sowie mit den Kathoden der Ventile V14 und V24 verbunden. Am zweiten Wechselspannungsanschluß AK 2 liegen die Anoden der Ventile V13 und V23 sowie die Kathoden der Ventile V12 und V22. Mit dem ersten Gleichstromanschluß Am 1 sind die Anoden der Ventile V14, V12, V21 und V23 verbunden. Am zweiten Gleichstromanschluß Km 1 liegen die Kathoden der Ventile V11, V13, V24 und V22. Die Anschlüsse AK 1, AK 2, Km 1, Am 1 werden nachfolgend auch als Hauptanschlüsse bezeichnet.

In Fig. 2 ist der Aufbau des unter Fig. 1 beschriebenen einphasigen Doppelstromrichters auf einer Leiterplatte 1 unter Verwendung von Stromrichtermodulen M1, M2, M3, M4 dargestellt. Als Module werden vorzugsweise die aus der bereits erwähnten DE-OS 28 29 300 bekannten Module eingesetzt. Jedes Modul weist dabei in einem Gehäuse zwei Stromrichterventile (Thyristoren) (V11...) auf, wobei intern jeweils die Kathode des einen Ventils mit der Anode des anderen Ventils miteinander verbunden ist (Serienschaltung der Ventile). Dieser gemeinsame Anoden-Kathoden-Anschluß ist extern über einen Schraubenanschluß zugänglich und nachfolgend für die Module M1, M2, M3, M4 mit B1, B2, B3, B4 bezeichnet. Der freie Anodenanschluß des einen Ventil bzw. der freie Kathodenanschluß des anderen Ventils sind ebenfalls über Schraubenanschlüsse extern zugänglich und nachfolgend mit A1, A2, A3, A4, bzw. K1, K2, K3, K4 bezeichnet.

Sämtliche externen Anschlüsse eines Moduls liegen in einer Reihe auf der Oberseite des Moduls. Die ebenfalls auf der Oberseite des Moduls angeordneten Steueranschlüsse *G 11*, *G 12*... sowie Hilfskathodenanschlüsse *K 11*, *K 12*... sind als Steckkontakte ausgeführt und in Fig. 2 aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht im einzelnen dargestellt, sondern lediglich durch Pfeile gekennzeichnet.

Die Stromrichterventile sind in den einzelnen Modulen auf einer elektrisch isolierenden, aber wärmeleitenden Keramikplatte montiert, die mit einer Metallplatte als Bodenplatte verbunden ist, über die die in den Ventilen während des Betriebes entstehende Verlustleistung an einen Kühlkörper abgeführt wird. Durch diesen isolierenden Aufbau der Module bleibt der erforderliche Kühlkörper potentialfrei. Dadurch ist es möglich, die Ventile ohne Rücksicht auf eventuelle Potentiale in den Modulen so anzuordnen, daß eine optimale Kühlung der Ventile gewährleistet ist. Die Module besitzen Bohrungen in der Bodenplatte zur Montage auf einem Kühlkörper.

Beim Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 2 enthält das Modul *M 1* die beiden Ventile *V 21* und *V 14*, das Modul *M 2* die Ventile *V 11* und *V 24*, das Modul *M 3* die Ventile *V 13* und *V 22* sowie das Modul *M 4* die Ventile *V 23* und *V 12*. Die nötigen externen elektrischen Verbindungen zwischen den Ventilen zur Realisierung des Doppelstromrichters gemäß Fig. 1 werden mit Hilfe von Leiterbahnen auf der zweiseitig kupferkaschierten Leiterplatte 1 ausgeführt. Als externe elektrische Verbindungen treten beim Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 2 die Verbindungen *AK 1/A 1/K 1/A 2/K 2*, *AK 2/A 3/K 3/A 4/K 4*, *Am 1/B 1/B 4* sowie *Km 1/B 2/B 3* auf. Durch die gewählte Anordnung und die kreuzungsfreie "Verdrahtung" über Leiterbahnen ist gewährleistet, daß in jedem Modul *M 1*, *M 2*... beim Betrieb einer beliebigen Brücke I bzw. II jeweils nur ein Stromrichterventil leitend ist und Verlustleistung erzeugt. Die Verlustleistungsabgabe erfolgt somit sehr gleichmäßig an den Kühlkörper.

In Fig. 3 ist die mit den Leiterbahnen beschichtete Leiterplatte 1 zum Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 2 im einzelnen dargestellt. Die Leiterbahnen sind dabei auf beiden Seiten der Leiterplatten 1 mit identischer Geometrie ausgeführt. Der Leiterbahnquerschnitt ist den Betriebsströmen angepaßt. Durch die beidseitige Beschichtung der Leiterplatte ist ein großer gleichmäßig verteilter Betriebsstrom gewährleistet.

Die Kontaktierung zwischen den Leiterbahnen auf beiden Seiten der Leiterplatten erfolgt einerseits durch eine Durchmetallisierung und zusätzlich durch elektrisch gut leitende Metalleinsätze 3 gemäß Fig. 4, die durch Bohrungen am Ort der Durchmetallisierungen hindurchgeführt und auf beiden Seiten der Leiterplatte 1 mit den Leiterbahnen verlötet werden. Die Verwendung der Metalleinsätze 3 bewirkt, daß unabhängig von den Toleranzen der Leiterplatten die Module starr (ohne "Fließen" des Materials) kontaktiert (verschraubt) werden. Es tritt vorteilhaft keine örtliche Überhitzung infolge schlechten Kontaktes auf (diese Gefahr besteht bei Lötunkten).

Die elektrischen Verbindungen zwischen den Hauptanschlüssen *AK 1*, *AK 2*, *Am 1*, *Km 1* und den einzelnen Modulen werden ebenfalls mittels Leiterbahnen auf der zweiseitig kupferkaschierten Leiterplatte 1 ausgeführt. Die Leitungen des Gerätewanwenders werden also direkt an die Leiterplatte 1 angebracht. Zusätzliche Klemmen sind nicht erforderlich. Neben der ohnehin erforderlichen

Montage der Modulanschlußschrauben zur Kontaktierung der Anschlüsse *A 1*, *A 2*,... *K 1*, *K 2*,... *B 1*, *B 2*,... *AK 1*, *AK 2*, *Am 1*, *Km 1* ist kein zusätzlicher Montageaufwand erforderlich. Verdrahtungsfehler sind wegen der eindeutigen Einbaulage der Leiterplatte ausgeschlossen.

Zur Durchführung der Steueranschlüsse *G 11*... und Hilfskathodenanschlüsse *K 11*... der montierten Module kann die Leiterplatte 1 eine Bohrung in Reihe zu den Bohrungen für die elektrischen Anschlüsse *A*, *K*, *B* aufweisen. Ferner sind zusätzliche Bohrungen in der Leiterplatte vorzusehen, um eine einfache Montage der Module auf einem Kühlkörper zu ermöglichen (z. B. zur Durchführung von Schraubendrehern).

Als Besonderheit des Ausführungsbeispiels gemäß Fig. 3 ist zu beachten, daß die Verbindung von *Km 1* zum gemeinsamen Anschlußpunkt *E 2/B 3* über einen Strommeßwiderstand 2 erfolgt.

Auf der Leiterplatte können zusätzlich die Stromstwerfassung (galvanisch vom Leistungsteil getrennt), das Elektronik-Netzgerät, die Gleichrichterbrücke, der Überspannungsschutz und die für die quasi-potentialgetrennte Erfassung der Ein- und Ausgangsspannung des Doppelstromrichters notwendigen Bauelemente befinden. Eine zweite Leiterplatte kann für die bei Geräten verschiedener Leistung stets gleich aufgebaute Steuer- und Reglereinrichtung vorgesehen sein.

In Fig. 4 ist eine Aufsicht und ein Schnitt des zur Kontaktierung der Modul-Anschlüsse *A*..., *K*..., *B*... und der Hauptanschlüsse *AK 1*, *AM 2*, *Am 1*, *Km 1* auf der Leiterplatte dienenden Metalleinsatzes 3 dargestellt. Der Metalleinsatz 3 besteht im wesentlichen aus einer gerändelten zylinderförmigen Hülse 4 mit überstehendem Kragen 5. Der Außendurchmesser der Hülse 4 entspricht etwa dem Innendurchmesser der Bohrungen der Durchmetallisierungen.

In Fig. 5 ist der Aufbau des Stromrichtergerätes dargestellt. Die beidseitig beschichtete Leiterplatte 1 ist, wie bereits beschrieben, am Ort der Durchmetallisierungen mit Metalleinsätzen 3 verlötet. Die Anschlüsse *A 1*, *A 2*, *B 1* des Stromrichtermoduls *M 1* werden unter Zwischenlegung federnder Unterlegscheiben 6 mit Hilfe von Schrauben 7 mit den Metalleinsätzen 3 kontaktiert. In der gleichen Art und Weise werden die übrigen Module sowie die Hauptanschlüsse *AK 1*... befestigt. Die federnden Unterlegscheiben 6 bewirken, daß thermische Beanspruchungen der Stromrichterventile bzw. Module während des Betriebes nicht zu einer Beeinträchtigung der elektrischen Kontaktierung infolge lokaler werdender Verschraubung führt. Die Schrauben 7 sind vorteilhaft nicht selbst stromführend, sie dienen nur zum Zwecke der mechanischen Fixierung.

Als Kühler für die Stromrichterventile und gleichzeitig als Gehäuse 8 des Gerätes wird ein U-Blech aus Aluminium mit vergrößerter Blechstärke zwecks besserer Wärmeabfuhr und -verteilung verwendet. Die Blechstärke des Gehäuses 8 wird also nach thermischen und nicht nach mechanischen Gesichtspunkten festgelegt. Die Oberfläche des Gehäuses 8 ist so gestaltet, daß trotz Eloxierung bzw. Lackierung des Gehäuses ein optimaler Wärmeübergang von den Modulen zum Aluminiumgehäuse gewährleistet ist. Die Module sind über Muttern 9 und Schrauben 10 mit dem Gehäuse 8 verschraubt. Zur Abstützung der Leiterplatte 1 ist eine Befestigungsschiene 11 am Gehäuse 8 vorgesehen. Das Gehäuse 8 kann neben den Modulen den Elektronik-Netzgerätetransformator, den Siebelektrolytkondensator des Elektronik-Netzgerätes, die Widerstände und

den Kondensator des Überspannungsschutzes usw. tragen. Zusätzlich kann ein Thermoschalter als Über-
temperaturschutz auf dem Gehäuse 8 montiert sein.

In den Fig. 6, 7, 8 sind weitere gegenüber dem Beispiel gemäß Fig. 2 abweichende Varianten für den Aufbau des Doppelstromrichters auf einer Leiterplatte mit Hilfe von Modulen dargestellt. Bei der Ausführungsvariante gemäß Fig. 6 enthält das Modul M1 die Ventile V23 und V12, das Modul M2 die Ventile V21 und V14, das Modul M3 die Ventile V11 und V24 sowie das Modul M4 die Ventile V13 und V22. Die externen Verbindungen AK 1/K 2/K 3/A 2/A 3, AK 2/A 4/K 4/A 1/K 1, Am 1/B 1/B 2 sowie Km 1/B 3/B 4 werden mittels Leiterbahnen auf der Leiterplatte realisiert.

Bei der Ausführungsvariante gemäß Fig. 7 enthält das Modul M1 die Ventile V12 und V23, das Modul M2 die Ventile V14 und V21, das Modul M3 die Ventile V24 und V11 sowie das Modul M4 die Ventile V22 und V13. Die externen Verbindungen AK 1/B 2/B 3, AK 2/B 1/B 4, Am 1/K 1/A 1/A 2/K 2 sowie Km 1/K 4/A 4/A 3/K 3 werden mittels Leiterbahnen auf der Leiterplatte realisiert.

Bei der Ausführungsvariante gemäß Fig. 8 enthält das Modul M1 die Ventile V24 und V11, das Modul M2 die Ventile V14 und V21, das Modul M3 die Ventile V12 und V23 sowie das Modul M4 die Ventile V22 und V13. Die externen Verbindungen AK 1/B 1/B 2, AK 2/B 3/B 4, Am 1/A 2/K 2/A 3/K 3 sowie Km 1/A 4/K 4/A 1/K 1 werden mittels Leiterbahnen auf der Leiterplatte realisiert.

Patentansprüche

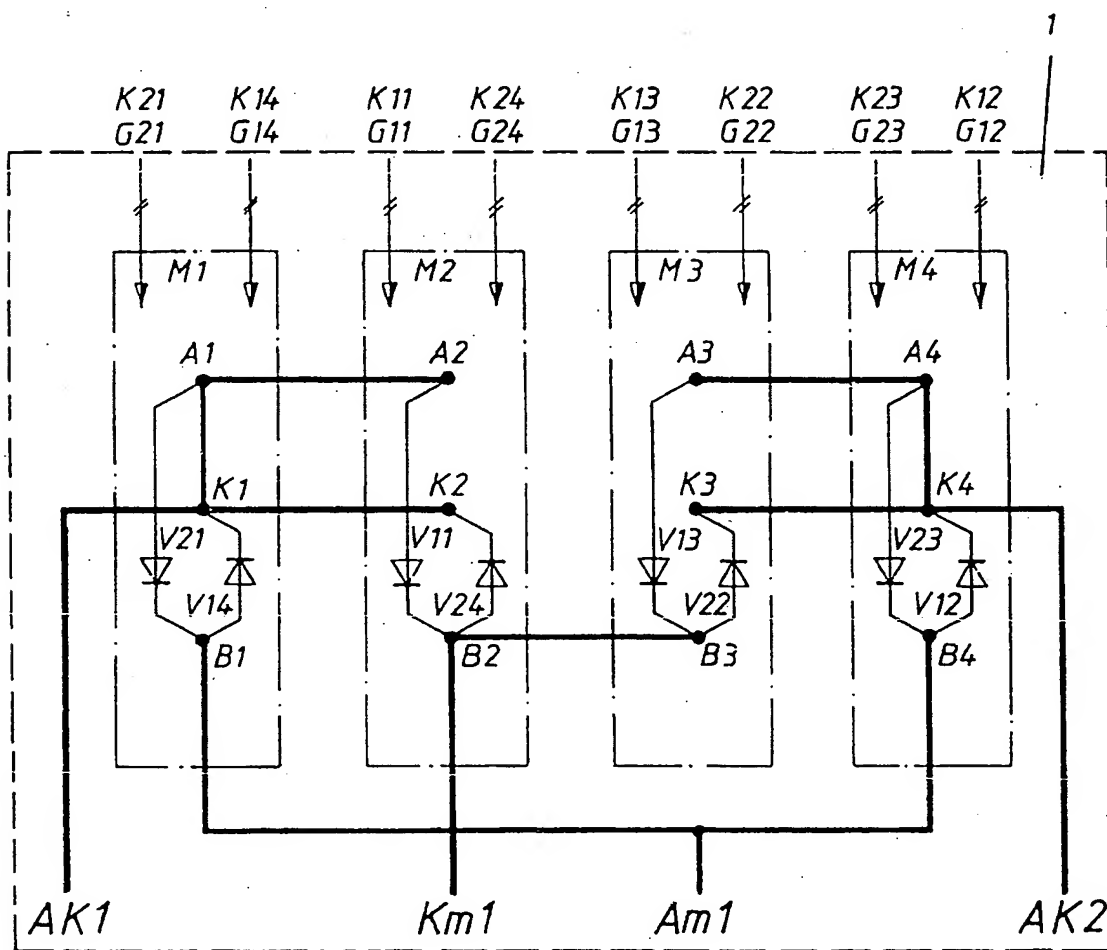
1. Stromrichtergerät, bestehend aus Stromrichtermodulen mit jeweils zwei Stromrichterventilen, vorzugsweise Thyristoren, deren Hauptanschlüsse aus der Oberseite des Modulgehäuses herausgeführt sind und mit jeweils einer thermisch leitfähigen, elektrisch isolierenden Bodenplatte, weiterhin bestehend aus einer gemeinsamen, die Bodenplatte thermisch kontaktierenden Kühlkörper für alle Module, dadurch gekennzeichnet, daß zur Bildung eines einphasigen Doppelstromrichters vier Stromrichtermodule (M 1 bis M 4) nebeneinander und bezüglich der Hauptanschlüsse (A 1 bis A 4, K 1 bis K 4, B 1 bis B 4) der Module (M 1 bis M 4) in gleicher Weise orientiert auf der Kühleinrichtung angeordnet sind, daß die Hauptanschlüsse (A 1 bis A 4, K 1 bis K 4, B 1 bis B 4) der Module (M 1 bis M 4) direkt mit auf einer Leiterplatte (1) ausgebildeten Leiterbahnen verbunden sind, wobei diese Leiterbahnen zur elektrischen Verbindung der einzelnen Stromrichterventile (V 11 bis V 14, V 21 bis V 24) untereinander und zur Bildung von vier Hauptanschlüssen (AK 1, AK 2, Am 1, Km 1) des Stromrichtergerätes dienen, daß die Leiterbahnen in geometrisch identisch gleicher Weise auf beiden Seiten der Leiterplatte (1) kreuzungsfrei verlaufen und mittels Durchmetallisierungen miteinander verbunden sind, wobei die Leiterbahnen so ausgeführt sind, daß stets je ein Ventil (V 11 bis V 14) der ersten Stromrichterbrücke und je ein Ventil (V 21 bis V 24) der zweiten Stromrichterbrücke in einem Modul (M 1 bis M 4) vereint sind, daß die vier Hauptanschlüsse (AK 1, AK 2, Am 1, Km 1) des Stromrichtergerätes in einer Reihe längs einer Kante der Leiterplatte (1) unterhalb der Module liegen, und daß Bohrungen zur Durchführung von

Steueranschlüssen (G 11 bis G 14, G 21 bis G 24) für die Module (M 1 bis M 4) in einer Reihe längs der gegenüberliegenden Kante der Leiterplatte (1) oberhalb der Module angeordnet sind.

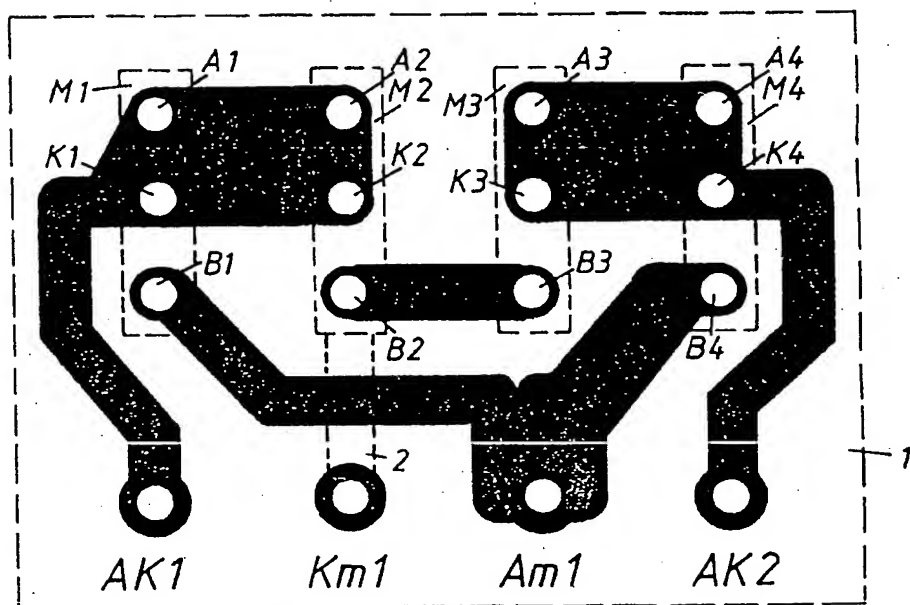
2. Stromrichtergerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß am Ort der Durchmetallisierungen Metalleinsätze (3) bestehend aus einer Hülse (4) mit überstehendem Kragen (5) eingelegt und mit den Durchmetallisierungen verlötet sind.

3. Stromrichtergerät nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß durch die kreuzungsfreie Leiterbahnführung, gegebenenfalls erforderliche Brücken jeweils durch Strom-Meßwiderstände (2) realisiert sind.

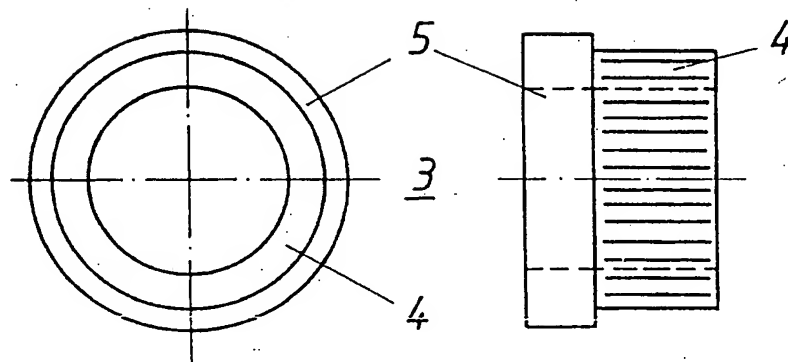
Hierzu 7 Blatt Zeichnungen



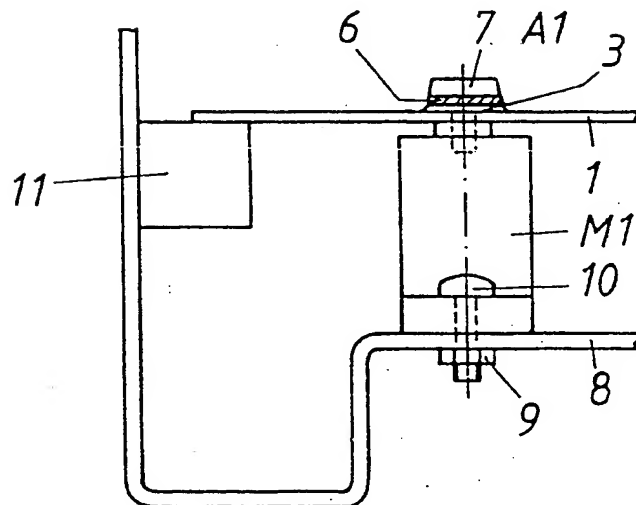
Figur 2



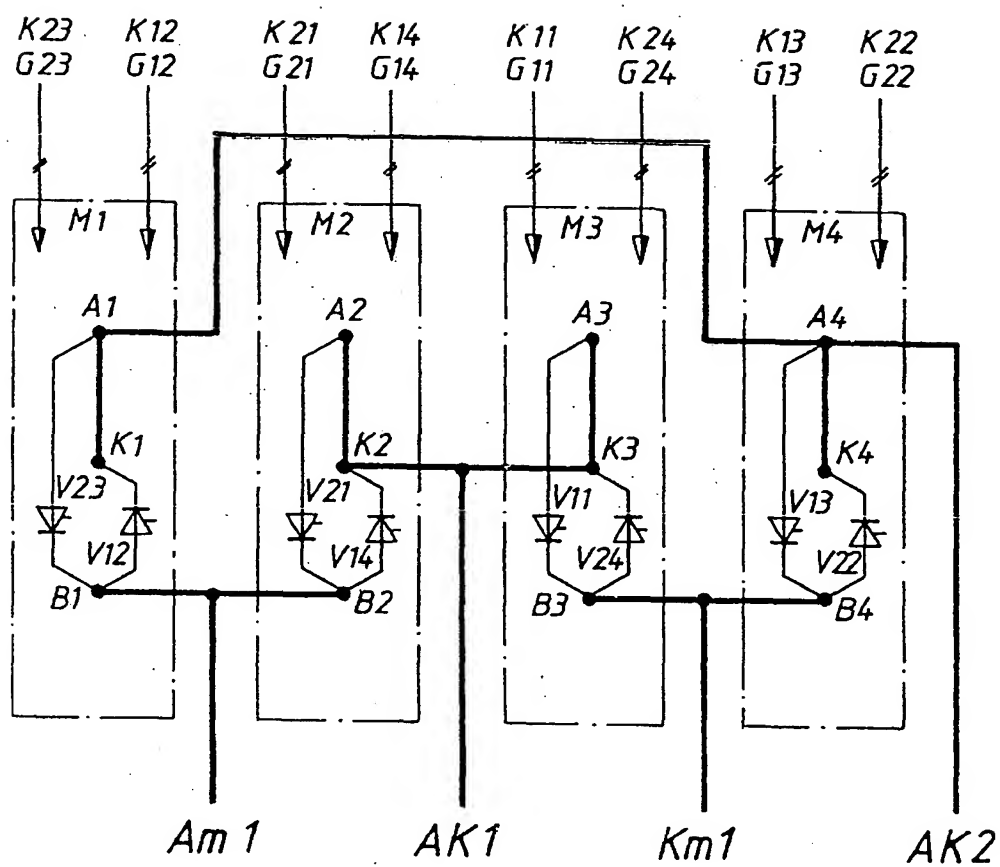
Figur 3



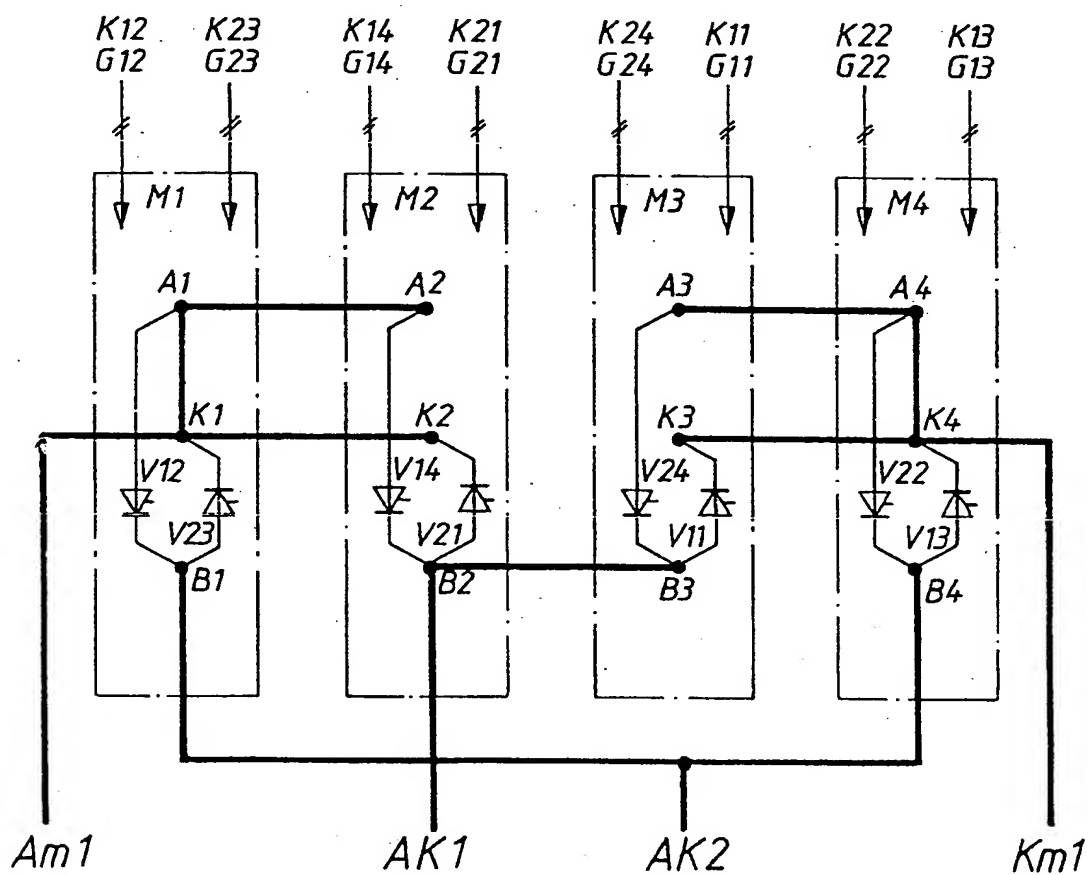
Figur 4



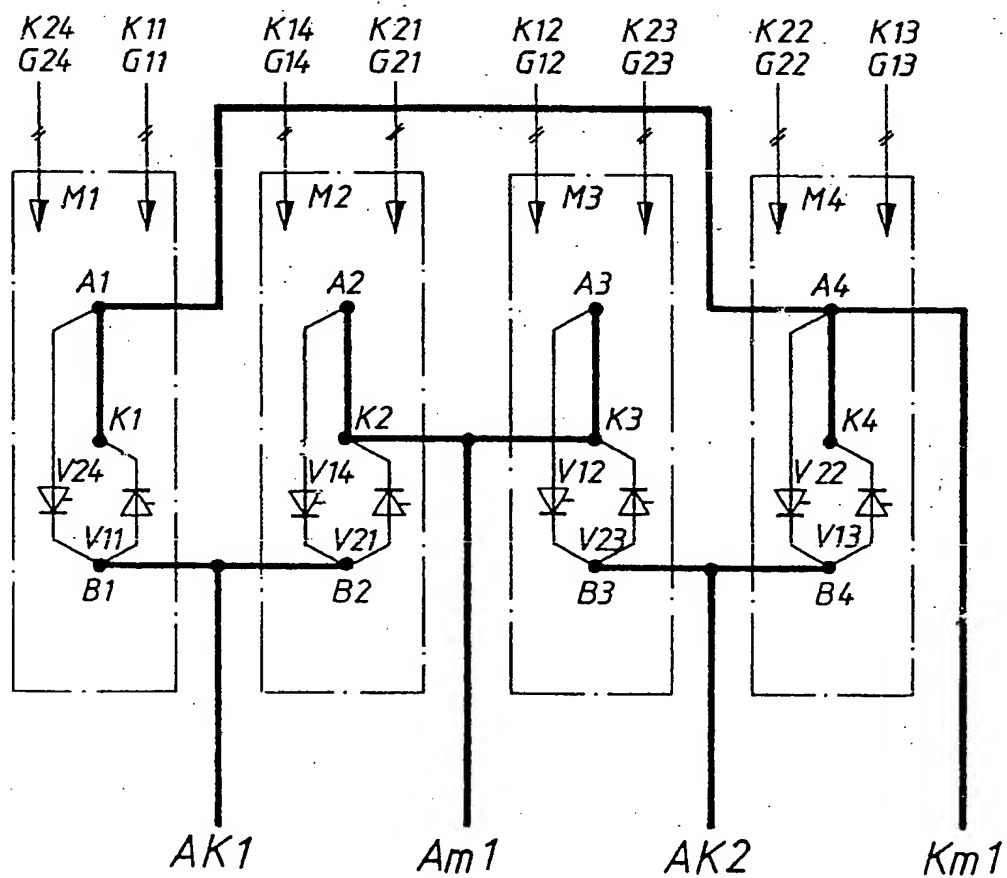
Figur 5



Figur 6



Figur 7



Figur 8

